

Aus dem Veterinär-Pathologischen Institut der Justus Liebig-
Hochschule in Gießen

Direktor: Professor Dr. A. Hemmert-Halswick †

pH-Wert-Bestimmungen des Magen- und Dünndarminhaltes an Leichen von Hunden

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktor-Grades
bei der Veterinär-Medizinischen Fakultät
der Justus Liebig-Hochschule zu Gießen

Eingereicht von
Friedrich Gaus
Tierarzt aus Magdeburg

Gießen 1957

Aus dem Veterinär-Pathologischen Institut der Justus Liebig-
Hochschule in Gießen

Direktor: Professor Dr. A. Hemmert-Halswick †

pH-Wert-Bestimmungen des Magen- und Dünndarminhaltes an Leichen von Hunden

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktor-Grades
bei der Veterinär-Medizinischen Fakultät
der Justus Liebig-Hochschule zu Gießen

Eingereicht von
Friedrich Gaus
Tierarzt aus Magdeburg

Gießen 1957

Mit Genehmigung der Veterinär-Medizinischen Fakultät in Gießen

Dekan: Professor Dr. Rudolf Wetzel

Berichterstatter: Professor Dr. Hugo Keller

Tag der mündlichen Prüfung: 21. Juni 1957

Inhaltsübersicht

I. Einleitung	5
II. Schrifttum:	7
a) Theorie der Wasserstoffionenkonzentration	7
b) Methoden zur Bestimmung des pH-Wertes	8
c) Angaben über bisher durchgeführte pH-Messungen des Magen- und Darminhaltes bei Menschen und Tieren	10
III. Eigene Untersuchungen:	13
a) Methodik	13
b) Bestimmungen der pH-Werte des Magen- und Dünndarm-inhaltes bei Hunden	15
IV. Auswertung der Untersuchungsergebnisse	19
V. Zusammenfassung	21
VI. Literaturverzeichnis	23
Lebenslauf	27

I. Einleitung

Der großen Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration (pH) für den Ablauf der biologischen und chemischen Vorgänge im tierischen sowie menschlichen Organismus wurde in den letzten Jahren große Aufmerksamkeit geschenkt. Mit Hilfe gut entwickelter Methoden und genau arbeitender Meßgeräte zur pH-Messung hat man interessante und wichtige Untersuchungsergebnisse erzielen können. Neue Erkenntnisse sind bei der Bestimmung der Wasserstoffionenkonzentration des Magen-Darminhaltes gewonnen worden. Der gesamte Ablauf von Verdauung und Resorption ist ganz entscheidend abhängig von den genau und fein abgestimmten Reaktionsverhältnissen in den verschiedenen Regionen von Magen und Darm. Aber nicht nur die Fermente und Verdauungssäfte, die die mit der Nahrung zugeführten Stoffe in ihre einfachsten hydrolytischen Spaltprodukte zerlegen und dadurch die Voraussetzung für die Resorption schaffen, sind innerhalb ganz bestimmter pH-Bereiche wirksam, sondern auch das Wachstum der einzelnen im Verdauungstraktus vorkommenden Bakterienarten wird in hohem Maße von dem vorherrschenden pH-Milieu beeinflusst. Die vorliegenden Forschungsergebnisse auf diesem Gebiet, die vornehmlich unter physiologischen Bedingungen erzielt worden sind, geben ein gutes Fundament ab für weitere Untersuchungen und schaffen so die Voraussetzung zur ausgedehnten wissenschaftlichen Erforschung dieses interessanten Fragenkomplexes.

Aufgabe und Ziel dieser Arbeit soll es sein, durch pH-Messungen am Magen- und Dünndarminhalt bei Leichen von Hunden festzustellen, ob sich 1. bei entzündlicher Affektion der Magen- und Darmschleimhaut deutlich von der Norm abweichende pH-Werte ergeben, und ob 2. die pH-Messung bei der recht schwierig zu stellenden, aber allzu häufig ausgesprochenen und leider oft ungenügend erhärteten Diagnose „Magen- und Darmentzündung“, als brauchbares Hilfsmittel in den Dienst der pathologischen Diagnostik gestellt werden kann.

II. Schrifttum

a) Theorie der Wasserstoffionenkonzentration

Zum besseren Verständnis dieser Arbeit sowie zur richtigen Beurteilung der Messungsergebnisse erscheint es angebracht, zuerst den Begriff der Wasserstoffionenkonzentration zu erläutern.

Der Gehalt einer Flüssigkeit an Wasserstoffionen und Hydroxylionen ist ausschlaggebend für ihre Reaktion. Als Ionen bezeichnet man positiv oder negativ geladene Atome, zwischen denen sich Prozesse — chemische Reaktionen — abspielen. Das Wasser ist hierbei ein entscheidender Faktor. Es stellt nicht nur das Medium dar, in welchem die Reaktionen ablaufen, sondern spaltet durch eine ihm innewohnende Kraft die Moleküle in ihre elektrisch geladenen Einzelteile auf. Diesen Vorgang nennt man Dissoziation. Wasserstoffionen entstehen nur durch Dissoziationen von Molekülen, die Wasserstoffatome in ihrem Aufbau enthalten. Diese H-Ionen sind infolge ihrer Kleinheit durch eine besondere Beweglichkeit sowie Reaktionsfähigkeit ausgezeichnet und üben einen großen Einfluß auf die meisten chemischen Prozesse aus.

Bei der Elektrolyse oder elektrischen Dissoziation des Wassers — hierbei erfolgt die Aufspaltung der Moleküle durch den elektrischen Strom — zerfällt eine nur geringe Anzahl der Wassermoleküle in gleich viel H-Ionen und OH-Ionen. Bei einer Temperatur von $+ 23^{\circ} \text{C}$ befinden sich in einem Liter reinsten Wassers $0,000\ 0001\ \text{g}$ oder 10^{-7} Wasserstoffionen und ebensoviel Hydroxylionen. Die Wasserstoffionenkonzentration reinsten Wassers beträgt also 10^{-7} .

Säuren, die in ihrem chemischen Aufbau sämtlich mindestens ein Wasserstoffatom aufweisen, sind in hohem Maße befähigt, Wasserstoffionen zu bilden. In sauren Lösungen muß daher die Konzentration an Wasserstoffionen größer sein als in reinstem Wasser; d. h., es müssen mehr als 10^{-7} freie H-Ionen vorhanden sein.

Entgegengesetzt verhalten sich die Basen und Laugen. Sie besitzen die Eigenschaft, Wasserstoffionen abzufangen oder zu binden. In alkalischen

Lösungen muß daher die H-Ionenkonzentration geringer als in reinstem Wasser sein. Mit anderen Worten, die Menge der freien H-Ionen ist geringer als 10^{-7} .

Durch die Angabe der Wasserstoffionenkonzentration oder die Wasserstoffzahl kann man also den aktuellen Säuregrad einer Lösung ausdrücken. Als Maßzahl für die Azidität wählt man zweckmäßig nicht die Wasserstoffzahl selbst, sondern den Logarithmus ihres reziproken Wertes, Wasserstoffexponent, pH (potentia hydrogenii) genannt. Der pH-Wert kann bei gewöhnlicher Temperatur zwischen 0 und 14 liegen. Durch Einführung einer in 14 Einheiten unterteilten pH-Skala ist es möglich geworden, eine saure, neutrale oder alkalische Reaktion einer Flüssigkeit zahlenmäßig festzulegen.

b) Methoden zur Bestimmung des pH-Wertes

Die Probe mit Lackmuspapier, die ganz grob arbeitet und nur anzeigt, ob die zu untersuchende Lösung sauer, neutral oder alkalisch reagiert, wird heute für genauere Untersuchungen als ungeeignet angesehen und ist durch andere Verfahren verdrängt worden.

Universell brauchbare Methoden zur pH-Bestimmung kennt man zwei: die elektrometrische und die kolorimetrische. Die erstere beruht auf der Messung der elektromotorischen Kraft geeigneter zusammengestellter galvanischer Ketten, die zweite auf dem quantitativen Vergleich der Farbtönungen von Lösungen, die mit entsprechenden Indikatorsubstanzen versetzt wurden. **Ender (7).**

Die elektrometrische pH-Messung, die sich durch große Genauigkeit und vor allem durch absolut objektive Werte auszeichnet, spielt in der neueren Zeit die Hauptrolle. Nur bei klaren und einfachen zusammengesetzten Lösungen muß man der kolorimetrischen Meßmethode den Vorzug geben, da bei diesen meist schlecht gepufferten Lösungen die elektrometrische Methode mit größerer Ungenauigkeit arbeitet.

Die wichtigsten elektrometrischen Verfahren beruhen auf der Anwendung von

a) Meßelektroden,

1. Wasserstoffelektrode,
2. Chinhydronelektrode,
3. Glaselektrode.

b) Bezugselektroden,

1. Kalomelelektrode,
2. Silberchloridelektrode.

c) Elektrolytbrücken.

Die Möglichkeit, auf kolorimetrischem Wege die H-Ionenkonzentration einer Flüssigkeit zu ermitteln, beruht auf der Eigenschaft gewisser Farbstoffe, Indikatoren, in wäßriger Lösung bei bestimmten pH-Werten ihre Farbe zu ändern bzw. aus einer ungefärbten in eine gefärbte Form überzugehen. Von Wichtigkeit für die Feststellung eines genauen pH-Wertes ist daher das Umschlagsgebiet des Indikators, welches vorher elektrometrisch ermittelt worden ist. Am unteren Ende seines Umschlagsgebietes (d. h. bei dem niedrigsten pH-Wert, bei welchem die Farbänderung beginnt) hat der Indikator die maximale saure Färbung; am oberen Ende die maximale alkalische. Innerhalb dieser genannten pH-Grenzwerte nimmt die Färbung in fließendem Übergang alle Farbtönen an, welche zwischen den beiden Endfärbungen liegen und durch Mischung der beiden entstehen können. Demnach ruft also jeder pH-Wert, welcher innerhalb des Umschlagsgebietes eines Indikators liegt, eine bestimmte Farbtönung des zur Meßlösung zugefügten Indikators hervor. Umgekehrt kann man nun aus der Färbung einen Rückschluß auf den pH-Wert ziehen.

Betrachten wir die einzelnen Farbstoffe ihrer chemischen Natur nach, so können wir feststellen, daß die gebräuchlichsten Indikatoren zu den Phthaleinen, den Sulfophthaleinen, den Azoverbindungen und den Nitrophenolen gehören.

Obwohl sich die kolorimetrische Messung auf die elektrometrische stützt, da die Umschlagsgebiete der Indikatoren elektrometrisch festgestellt werden, ist ihre Genauigkeit bei der praktischen Anwendung nicht immer die geringere. **Kordatzky** (12).

Durch ihre Einfachheit und Unabhängigkeit von größeren Apparaten ist die kolorimetrische pH-Messung vor allem eine Methode der Praxis und in sehr weiten Gebieten eingebürgert, so daß sie eigentlich aus keinem Untersuchungslaboratorium mehr wegzudenken ist. **Esselborn** (8).

Die wichtigsten kolorimetrischen Verfahren:

1. pH-Bestimmung mit Hilfe von Pufferlösungen

Hierbei vergleicht man die Färbung, die ein geeigneter Indikator in einer unbekannten Lösung erzeugt, mit dem Farbton, den der gleiche Indikator, in der gleichen Konzentration zugesetzt, mit einer Pufferlösung bekannten pH-Wertes ergibt. Die Genauigkeit dieser Bestimmungsmethode beträgt 0,1 pH-Einheiten.

2. pH-Bestimmungen mit einfarbigen Indikatoren nach Michaelis

Unter einfarbigen Indikatoren versteht man Farbstoffe, bei denen eine Form, und zwar meistens die „saure“, farblos ist, während die andere,

„die alkalische Form“, eine Färbung zeigt. Es treten weder Farbumschläge bei diesen einfachen Indikatoren auf, noch sind Mischfarben zu beobachten; es entsteht also nur eine abgestufte Farbreihe.

Sind die Lösungen getrübt oder besitzen sie eine gewisse Eigenfärbung, so ist eine Verdünnung der Lösung zur Abschwächung der Eigenfärbung notwendig, und außerdem sind durch Anwendung des **Walpoleschen** Prinzips unter Verwendung eines Komparatorblockes vorhandene Trübungen und Färbungen auszuschalten.

3. pH-Bestimmungen nach Gillespie und Bjerrum-Arrhenius

Hierbei arbeitet man nicht mit farblosen Indikatoren, sondern mit denen von **Clark und Lubs** eingeführten Sulfonphthaleinen, bei denen keine abgestufte Farbreihe entsteht, sondern Mischfarben auftreten.

4. Weitere Möglichkeiten zur pH-Bestimmung sind das Messen mit

- a) flüssigen Universalindikatoren,
- b) Indikatorfolien,
- c) Indikatorpapier.

Die letztere Methode hat sich gut bewährt und ist daher weit verbreitet. Als sehr geeignete Indikatorpapiere sind das Universalindikatorpapier „Merck“ und das „Lyphan-Papier“, ein Spezialindikatorpapier der Firma Klotz in Berlin, zu nennen. Besonders mit gepufferten Lösungen geben diese Papiere gute Resultate.

c) Angaben über bisher durchgeführte pH-Messungen des Magen- und Darminhaltes bei Menschen und Tieren

Nicht nur deutsche, sondern vor allem auch ausländische Wissenschaftler haben bei den einzelnen Tierarten und beim Menschen durch pH-Messungen versucht, Aufklärung über die im Verdauungstrakt herrschenden Reaktionen zu verschaffen.

Von ausländischen Autoren sind besonders Ratten als Versuchstiere bevorzugt worden. So haben **Sun, Blumenthal, Slifer** u. a. (23) den pH-Wert in Magen, Dünndarm, Blinddarm und Dickdarm von Albinoratten elektrometrisch bestimmt. Die Ratten sind 4 bis 5 Stunden nach der Fütterung getötet worden. Im Mageninhalt sinkt die H-Ionenkonzentration mit dem Alter von im Mittel 4,6 auf 3,2, im Dünndarm steigt sie von 6,5 auf 7,2. Mit der Hydrochinonelektrode ergaben sich etwas höhere Werte als mit der Wasserstoffelektrode von **Clark**.

Von 455 getöteten Ratten, die verschiedenartige Nahrung erhalten hatten, bestimmte **Eastmann** (6) den pH-Wert im Gastrointestinaltrakt. Bei normal ernährten Ratten lagen in allen Darmteilen die gefundenen Werte

durchschnittlich unterhalb von pH 7,0; am höchsten im Endabschnitt des Ileums.

Der pH-Wert der Darmwand bei Ratten wurde von **Ball-Gordon** (3) mit der Kapillarglaselektrode gemessen und für die Duodenalwand mit 6,98, für die Ileumwand mit 7,32, für die Caecumwand mit 7,28 sowie für die Wand des Kolons mit 7,15 angegeben.

Mangold (16) gibt den pH-Wert des Pferdemageninhaltes mit 1,13 bis 6,78 an. Der Säuregrad soll dabei in der Pylorusregion geringer als im Blindsack und der großen Kurvatur sein. Sogar im Duodenum und im Anfangsteil des Jejunums fand er saure Reaktion, während der Inhalt des übrigen Jejunums und des Ileums bei seinen Messungen alkalisch reagierte.

Auch **Scheunert** (19) führte umfangreiche pH-Messungen durch und gibt den Duodenalinhalt vom Pferd im Durchschnitt mit pH 6,72 an, während **Flaschenträger** (9) von folgenden pH-Werten des Magen-Darmkanals berichtet: Magen 4,46, Duodenum 7,13, Jejunum 7,47, Ileum 7,55 und Caecum 7,23.

Zu erwähnen sind auch die Ergebnisse, die **Leasure** (14) erzielte. Er führte bei Pferden mit Hilfe der Chinhydronelektrode pH-Messungen von Magen-Darminhalt durch. Sofort nach dem Schlachten der Tiere wurden die vorher durch neutrale Gaze filtrierte Proben untersucht. Sie zeigten im Durchschnitt folgende Werte: Magen 4,45, Duodenum 7,13, Jejunum 7,46, Ileum 7,54, Caecum 7,23, großes Kolon 7,09, Rektum 6,24. Sehr interessant ist die Beobachtung **Leasure's** (14), daß die pH-Werte noch erheblich höher waren, wenn der Darminhalt sehr viel schleimiges und katarrhalisches Sekret enthielt.

Der Magen-Darminhalt bei Rindern wurde von dem Italiener **Totire-Ippoliti** (24) untersucht. Er fand folgende pH-Werte: Pansen 7,8, Haube 7,77, Psalter 7,71, Labmagen 5,53, Duodenum 6,83, Jejunum 8,55, Ileum 7,93, Caecum 9,41.

In etwa gleicher Höhe liegen auch die pH-Werte, die von **Scheunert-Trautmann** (20) angegeben werden, und zwar im Panseninhalt etwa um 8,0, im Psalter zwischen 5,7 und 7,5, im Labmagen etwa um 4,14 und im Duodenalinhalt um 6,68.

Nach **Suermann** (22) finden sich bei in gesundem Zustand geschlachteten Kühen folgende pH-Werte: Im Duodenum zwischen 6,8 bis 7,1, im Jejunum zwischen 7,0 und 7,3, im Ileum zwischen 7,2 und 7,5 sowie im Rektum zwischen 7,1 und 7,5.

Um eine gute Vergleichsmöglichkeit zu schaffen, erscheint es angebracht, auch die beim Menschen durchgeführten Messungen der H-Ionenkonzen-

tration zu berücksichtigen. Die Reaktion des Nüchterninhaltes im Dünndarm ist bei gesunden Menschen neutral ($\text{pH} = 7,07$); während der Verdauung schwankt der pH-Wert in weiten Grenzen von $\text{pH} 5,9 - 7,02 - 8,23$. In Darmpatronenproben bestimmte man aus dem Dünndarm von 63 Gesunden mit der Gaskette und der Michaelis'schen Indikatorenmethode die durchschnittliche Reaktion. Im oberen Teil betrug sie 6,28, im mittleren 6,46, im unteren Teil 6,79.

Racugno und B. Pisu (18) untersuchten 20 größtenteils kranke Kinder im Alter von 3 Monaten bis 10 Jahren und bestimmten die pH-Werte kolorimetrisch. Aus den ermittelten Werten ergibt sich, daß zur normalen Aktivität der Pankreasfermente ein konstantes Säure-Basengleichgewicht des Duodenalinhaltes unerlässlich ist, wobei das Optimum bei einem pH zwischen 7 und 8 liegt, während Werte von 9 und 6 die äußersten Grenzen im Bereiche des Normalen darstellen.

Untersuchungen des Dünndarminhaltes mit physikalischen Methoden ergaben teils schwach alkalische, meist schwach saure Reaktionen von $\text{pH} = 4,1$ bis 6,5.

In ungefähr gleichen Grenzen bewegen sich, soweit man bis jetzt überblicken kann, die mit physikalischen Methoden gefundenen Reaktionsverhältnisse auch beim Hund. **Scheunert, Krzywanek** (21).

Herrin (10) gewann Jejunalinhalt bei Hunden mit Hilfe der Thiry-Vella-Fistel und bestimmte den pH-Wert elektrometrisch. Der Dünndarminhalt reagierte sauer; er fand pH-Werte zwischen 6,0 und 6,7.

Auch **Scheunert** (19) bestimmte die Reaktion des Dünndarminhaltes und gibt beim Hunde im Bereiche des Duodenum einen pH-Werte von 5,4 bis 6,5 und im Ileum einen pH-Wert von 6,0 bis 7,0 an.

Flaschenträger (9) berichtet von pH-Werten des Darminhaltes beim Hunde, die in Pylorusnähe gewöhnlich bei $\text{pH} 4,0$ liegen, in anderen Teilen des Duodenum sowie des oberen Jejunums höher waren, und zwar im Duodenum 5,91, im Jejunum 6,27 und im Ileum 6,36.

Die Untersuchungen von **Okada** (17) und seinen Mitarbeitern, bei denen die Zeit der Entnahme sowie die Art der Entnahme der Nahrung anscheinend nicht in Betracht gezogen worden sind, ergeben teils saure, teils alkalische pH-Werte des Darminhaltes bei Hunden.

Nach **Loewy** (15) betrug bei Hunden mit Duodenalfisteln der pH-Wert des Inhaltes vom Bulbus duodeni und vom Ende des Duodenum normalerweise 4,80 bis 4,96 pH. Nach einer Mahlzeit von rohem Fett war die Reaktion in allen Teilen fast neutral. Nach Fleischnahrung war sie im Bulbus teils deutlich sauer und wurde im Verlaufe des Duodenum zunehmend neutralisiert.

Bei Schweinen liegen Schwankungen in der Reaktionsbreite im Magen-Darmkanal vor, die von einigen Autoren vor allem auf die Verschiedenartigkeit der Nahrung und die dadurch bedingten unterschiedlichen Gärungsprozesse zurückgeführt werden.

Krzywanek (13) gibt für den Mageninhalt einen pH-Bereich von 1,37 bis 5,70 an. Seine Untersuchungen ergeben weiterhin eine meist saure Reaktion des Dünndarminhaltes mit den höchsten Säurewerten in Pylorusnähe und neutraler bis schwach alkalischer Reaktion in den distalen Dünndarmabschnitten.

Interessant sind auch die neueren Untersuchungsergebnisse von **Bauer** (4), der elektrometrische pH-Messungen des Magen- und Darminhaltes bei Schweinen durchführte. In der Kardiazone lag die H-Ionenkonzentration bei 5,35, in der Pyloruszone bei 5,56. Der Duodenalinhalt — meist aus gelbem, undurchsichtigem Schleim bestehend — reagierte größtenteils sauer, während sich im Jejunum alkalische Werte (pH 7,44) ergaben.

Bei abschließender Betrachtung der von den einzelnen Autoren gemachten Angaben, läßt sich keine volle Übereinstimmung der erzielten Ergebnisse innerhalb bestimmter Tierarten feststellen. Diese Verschiedenartigkeit der gefundenen pH-Werte mag einerseits durch die unterschiedliche Art der den Tieren zugeführten Nahrung, andererseits durch die verschiedenen zur Anwendung gekommenen Untersuchungsmethoden bedingt sein.

III. Eigene Untersuchungen

a) Methodik

Die pH-Messung erfolgte bei meinen Untersuchungen auf **kolorimetrischem Wege**. Bestimmend für die Anwendung der Indikatormethode nach **Michaelis** war ihre Einfachheit und Unabhängigkeit von größeren Apparaturen sowie die erwiesene Zuverlässigkeit gerade bei der Messung von Flüssigkeiten. Für den Vergleich werden bei der angewandten Methode keine Pufferlösungen benötigt. Der Vergleich erfolgt gegen eine Reihe von Reagenzgläsern mit Lösungen, welche die gleiche Form eines Nitrophenol-Indikators in steigender Konzentration enthalten, so daß eine abgestufte Farbreihe entsteht. Die Verwendung der Nitrophenole als Indikatoren hat den großen Vorteil, daß bei ihnen Eiweißfehler sowie Alkaloidfehler sehr gering sind, und so die Genauigkeit der Messung nur ganz unwesentlich beeinträchtigt wird.

Zur Ausführung der pH-Messungen wurden benutzt:

1. Der modifizierte Komparator mit Matt- und Blauscheibe. (Walpole'sches Prinzip zur Ausschaltung von Eigenfärbungen und Trübungen.)
2. Indikator-Dauerreihen:
 - a) mit meta-Nitrophenol, geeignet für pH-Messungen von 8,4 bis 6,8,
 - b) mit para-Nitrophenol, geeignet für pH 7,0 bis 5,4,
 - c) mit gamma-Dinitrophenol, geeignet für pH 5,4 bis 4,0,
 - d) mit alfa-Dinitrophenol, geeignet für pH 4,4 bis 2,8.
3. Aqua bidestillata sterilisata — pH 7,1 — zur Verdünnung der zu untersuchenden Flüssigkeiten.
4. Neutrales Filtrierpapier.
5. Universalindikatorpapier „Merck“.
6. Je eine graduierte Pipette für die zu untersuchenden Lösungen sowie für die Indikatorstammlösung.

Bei der Sektion erfolgten sofort an bestimmten Stellen von Magen und Dünndarm die Probeentnahmen. In verschließbaren Gläsern wurden je 10 ccm des aus Magen bzw. Dünndarm entnommenen Extraktes mit 20 ccm Aqua bidestillata sterilisata verdünnt und sorgfältig umgeschüttelt. Bei dieser Verdünnung ist die Eigenfärbung der zu untersuchenden Lösung genügend herabgesetzt, und dadurch die Schärfe der Ablesung ausreichend gewährleistet. Das zur Verdünnung benutzte Wasser hat einen pH-Wert von 7,1 und eine Temperatur von 18° C. Um die geeignete Indikatorreihe auswählen zu können, wurde nach Filtration der zu prüfenden Lösung zunächst ihr ungefährer pH-Wert unter Zuhilfenahme von Universalindikatorpapier „Merck“ bestimmt. Für die eigentliche Untersuchung benötigt man 12 ccm der verdünnten und filtrierten Lösung. Zwei Reagenzgläser werden mit je 6 ccm der zu untersuchenden Flüssigkeit gefüllt und in die Löcher Nr. 1 und Nr. 2 des Komparators gesteckt. Genau 1 ccm von der Stammlösung der vorher festgestellten, geeigneten Indikatorreihe gibt man mit Hilfe einer graduierten Pipette zu Glas Nr. 1, zu Nr. 2 ebensoviel Wasser. In das Loch Nr. 4 des Komparators steckt man ein mit einer beliebigen Menge Wasser (Aqua bidest. steril.) gefülltes Reagenzglas. Nun probiert man aus, welches Röhrchen der Dauerreihe des betreffenden Indikators in das Loch Nr. 5 zu stecken ist, damit beim Durchblick durch die Gucklöcher Farbgleichheit besteht. Sobald das „farbgleiche Röhrchen“ ermittelt ist, liest man den pH-Wert am Etikett des Dauerröhrchens ab. Besteht keine vollkommene Farbgleichheit, so ist ein Interpolieren zwischen zwei benachbarten Röhrchen möglich.

Bei jeder Untersuchung fanden sowohl der Zeitpunkt des Todes oder der Tötung als auch der klinische Vorbericht sowie der gesamte pathologische Befund weitgehend Berücksichtigung.

b) Bestimmung der pH-Werte des Magen- und Dünndarminhaltes bei Hunden

Die Probeentnahmen wurden an folgenden Stellen des Magens und Dünndarms durchgeführt:

Magen — im Bereiche des Überganges der Fundusdrüsenregion in die Pylorusdrüsenzzone (Pars pylorica).

Dünndarm

a) etwa 10 cm distal vom Pylorus im Bereich der Papilla duodeni (nach Einmündung der Ausführungsgänge von Galle und Pankreas).

b) Mitte des Jejunums.

c) Am Beginn des Ileums.

In den nachfolgenden Tabellen erfolgt eine Einteilung der gemessenen pH-Werte nach Dauer der zeitlichen, zwischen Tötung oder Tod und Untersuchung liegenden Differenz. Die Zahlen in Klammern geben die Nummer des eingetragenen Sektionsbefundes im Tagebuch des Instituts an. Dahinter folgt die Jahreszahl.

Tabelle I a

Gemessene pH-Werte des Inhaltes von Magen und Dünndarm an den einzelnen angeführten Entnahmestellen bei einem zeitlichen Zwischenraum zwischen Tod oder Tötung und Untersuchung von 1 bis 5 Stunden. Die in dieser Tabelle enthaltenen Fälle zeigten keine pathologischen Veränderungen an Magen-und Darmschleimhaut.

Hund Nr.	Magen	Duodenum	Jejunum	Ileum
1	5,15	6,8	7,2	7,2
2 (714) 54	6,45	6,8	7,0	7,0
3 (733) 54	5,8	6,8	6,8	7,6
4 (962) 54	5,8	6,9	7,0	7,05
5	6,65	7,05	7,1	7,25
6	6,05	6,7	7,0	7,1
7 (210) 55	6,0	6,55	6,5	6,85
8	5,9	6,8	7,05	7,2
9	6,3	6,7	7,0	7,15
10 (366) 55	6,6	6,8	7,1	7,1

Durchschnittswerte: Tabelle I a

Magen	Duodenum	Jejunum	Ileum
6,07	6,79	6,98	7,15

Tabelle I b

pH-Werte des Magen- und Dünndarminhaltes bei einem zwischen Tod oder Tötung und Untersuchung liegenden zeitlichen Zwischenraum von 1 bis 5 Stunden. Alle in dieser Tabelle enthaltenen Fälle zeigten makroskopisch erkennbare, mehr oder weniger stark entzündliche Veränderungen der Magen- sowie Darmschleimhaut.

Hund Nr.	Magen	Duodenum	Jejunum	Ileum
1 (688) 54	7,25	7,2	7,2	7,1
2 (722) 54	7,1	7,15	7,1	7,1
3 (724) 54	5,4	7,15	7,3	7,2
4 (731) 54	6,95	7,1	7,1	7,15
5 (757) 54	6,65	6,9	7,1	7,2
6 (900) 54	6,9	7,3	7,35	7,2
7 (965) 54	6,75	6,9	7,15	7,2
8 (969) 54	7,6	7,15	7,2	7,2
9 (157) 55	6,05	6,75	7,4	7,4
10 (164) 55	6,9	6,85	7,3	7,2
11 (216) 55	8,1	6,9	6,8	7,35
12 (247) 55	5,45	6,5	6,7	6,75
13 (253) 55	6,65	6,95	7,3	7,2
14 (254) 55	5,3	7,0	7,0	7,1
15 (259) 55	7,15	7,3	7,3	7,3
16 (300) 55	7,15	7,05	7,25	7,5
17 (305) 55	7,05	7,1	7,25	7,5
18 (318) 55	6,7	6,7	7,2	7,45
19 (323) 55	6,05	7,05	7,3	7,4
20 (327) 55	6,1	7,05	7,1	7,3
21 (333) 55	6,9	7,25	7,2	7,2
22 (353) 55	7,7	7,3	7,3	7,3
23 (357) 55	6,9	6,95	7,35	7,3
24 (363) 55	6,95	6,9	7,0	7,3
25 (378) 55	6,75	6,9	7,1	7,15

Durchschnittswerte: Tabelle I b

Magen	Duodenum	Jejunum	Ileum
6,74	7,01	7,17	7,24

Tabelle II a

pH-Werte des Magen- und Dünndarminhaltes bei einem zwischen Tod oder Tötung und Untersuchung liegenden zeitlichen Zwischenraum von 5 bis 10 Stunden. Die in dieser Tabelle enthaltenen Fälle zeigten keine pathologischen Veränderungen an Magen- und Darmschleimhaut.

Hund Nr.	Magen	Duodenum	Jejunum	Ileum
1 (661) 54	5,2	6,8	7,4	7,45
2 (670) 54	6,3	6,9	7,3	7,4
3	6,45	6,5	6,9	7,0
4 (74) 55	6,65	6,8	6,6	6,9
5 (180) 55	6,3	6,8	6,6	6,8
6 (272) 55	6,9	6,85	7,2	7,3
7 (373) 55	6,6	6,7	6,9	6,85

Durchschnittswerte: Tabelle II a

Magen	Duodenum	Jejunum	Ileum
6,34	6,76	6,98	7,1

Tabelle II b

Alle in dieser Tabelle enthaltenen Fälle zeigten makroskopisch erkennbare, mehr oder weniger stark entzündliche Veränderungen der Magen- sowie Darmschleimhaut.

Hund Nr.	Magen	Duodenum	Jejunum	Ileum
1 (970) 54	6,9	7,25	7,1	7,2
2 (260) 55	6,9	7,0	6,9	6,85
3 (271) 55	6,9	7,1	7,1	7,3
4 (319) 55	6,9	7,05	7,1	7,1
5 (338) 55	6,95	7,2	7,3	7,2
6 (345) 55	6,85	6,9	7,05	7,2

Durchschnittswert: Tabelle II b

Magen	Duodenum	Jejunum	Ileum
6,9	7,08	7,09	7,14

Tabelle III a

pH-Werte des Magen- und Dünndarminhaltes bei einem zeitlichen Zwischenraum zwischen Tod oder Tötung und Untersuchung von 10 bis 15 Stunden. Die in dieser Tabelle enthaltenen Fälle zeigten keine pathologischen Veränderungen an Magen- und Darmschleimhaut.

Hund Nr.	Magen	Duodenum	Jejunum	Ileum
1	4,85	6,7	7,1	7,1
2 (332) 55	6,9	6,9	7,1	7,1
3	6,1	6,8	7,0	7,1
4 (698) 54	6,3	7,0	6,95	7,2
5	6,8	6,95	7,0	6,9
6 (988) 54	6,5	6,9	7,2	7,2

Durchschnittswerte: Tabelle III a

Magen	Duodenum	Jejunum	Ileum
6,24	6,88	7,06	7,1

Tabelle III b

Alle in dieser Tabelle enthaltenen Fälle zeigten makroskopisch erkennbare, mehr oder weniger stark entzündliche Veränderungen der Magen- sowie Darmschleimhaut.

Hund Nr.	Magen	Duodenum	Jejunum	Ileum
1 (681) 54	6,7	7,4	7,25	7,2
2 (697) 54	6,9	7,0	7,1	7,15
3 (911) 54	6,95	7,3	7,25	7,3
4 (218) 55	6,9	7,0	7,4	7,4
5 (320) 55	6,75	6,9	7,1	7,35
6 (346) 55	6,7	6,75	7,15	7,2

Durchschnittswerte: Tabelle III b

Magen	Duodenum	Jejunum	Ileum
6,82	7,06	7,21	7,27

Bei einem Vergleich der errechneten Durchschnittswerte aller drei Tabellengruppen ist die Feststellung bemerkenswert, daß durch die verschiedenen zwischen Tod und Messung liegenden zeitlichen Differenzen keine wesentlichen Abweichungen innerhalb der Durchschnittswerte eingetreten sind.

IV. Auswertung der Untersuchungsergebnisse

Das Ergebnis der ermittelten Durchschnittswerte bei den Hunden, bei denen der Sektionsbefund eine vorliegende Magen- und Darmentzündung ergab, zeigt eine leichte Abnahme der Azidität bzw. eine geringe Zunahme der Alkalität. Besonders in Fällen hochgradiger Entzündung — häufig vergesellschaftet mit einer Herzschiidigung, pathologischen Veränderungen in der Leber (Stauungsleber, Ikterus, Zirrhose) sowie Nierenaffectationen — ist die Verschiebung der pH-Werte zum alkalischen Bereiche hin so offensichtlich, daß es angebracht erscheint, auf diese interessante Tatsache näher einzugehen.

Zunächst erhebt sich die Frage nach den Ursachen einer Magen- und Darmentzündung sowie deren pathologischen Symptomen. — Die Ursachen, die zur akuten Entzündung führen, können nach unseren heutigen Kenntnissen in einer vom Magen- und Darmlumen unmittelbar auf die Schleimhaut wirkenden (exogen) oder in einer auf dem Blutwege in die Schleimhaut hineingetragenen Schädlichkeit (endogen, haematogen) gesucht werden. **Konjetzny** (11). In den akuten Fällen zeigt die Schleimhaut makroskopisch eine mehr oder weniger ausgesprochene Rötung, die sich diffus oder fleckig, nicht selten besonders an den Kämmeu der Schleimhautfalten bemerkbar macht. Dabei ist die Schleimhaut infolge seröser Durchtränkung ihres Gewebes geschwollen, durchfeuchtet, aufgelockert und von schwer abspülbarem, glasigem oder etwas getrübbtem Schleim bedeckt. Mikroskopisch ist neben der erwähnten stärkeren Schleimbildung eine mehr oder weniger starke leukozytäre Infiltration des Bindegewebes, auch eine Emigration durch das Epithel hindurch für die ausgesprochenen Fälle entzündlichen Katarrhs charakteristisch.

Aschoff (1).

Mit dem Abklingen der akuten Entzündung in eine subakute Phase setzen die eigentlichen Reparationsvorgänge in vollem Umfange ein. Die Gewerbsveränderungen, welche als Folge einer akuten oder subakuten Entzündung zurückbleiben und unter dem Einfluß dauernder, schwacher, entzündlicher Vorgänge sich in bestimmter Richtung (Atrophie und

Hyperplasie) fortentwickeln, fassen wir unter dem Begriff der chronischen Entzündungsform zusammen. Die wesentlichsten allgemeinen Züge des pathologisch-anatomischen Bildes sind hierbei einerseits das Fehlen der beim akuten Katarrh stets vorhandenen Hyperaemie, andererseits häufig Wucherungsvorgänge im interglandulären und subglandulären Gewebe der Schleimhaut sowie nicht selten in der Submukosa.

Nach dieser kurzen Erläuterung des Begriffes — Magen- und Darmentzündung — wäre nun die Hauptursache für die Zunahme der Alkalität des Magendarminhaltes, wie sie in den durchgeführten Untersuchungen bei vorliegenden entzündlichen Veränderungen der Magen- und Darm-schleimhaut so deutlich zutage tritt, zu suchen.

Konjetzny (11) meint, daß es einen erheblichen entzündlichen Prozeß, der sich nur in der obersten Schleimhautschicht abspielt, kaum gibt. Immer ist bei ausgesprochener Entzündung auch das Drüsenparenchym betroffen, meist sogar am deutlichsten. Dafür sprechen die Befunde bei experimentellen Untersuchungen. Es müssen also enge Beziehungen zwischen den entzündlichen Veränderungen der Schleimhaut zu den Sekretionsanomalien des Magens und des Darmes bestehen. Auf den Erfahrungen **Beaumonts** (zitiert nach **B. P. Babkin**) und den Versuchen, die **Pawlow** (zitiert nach **B. P. Babkin**) besonders am Magen durchführte, fußend, hat man ein Versiegen der Magensaftabsonderung bei gleichzeitig vermehrter Schleimbildung als charakteristisch für die Gastritis angesehen. So hat auch **Ewald** (zitiert nach **Babkin**) betont, daß bei der akuten und chronischen Gastritis die Funktion der spezifischen Drüsen immer herabgesetzt und durch die vermehrte Schleimabsonderung der Säuregrad im Magen vermindert oder aufgehoben sei. **Babkin** (2). Aber nicht nur bei Erkrankungen entzündlicher Art kommt es zu vermehrter Schleimabsonderung durch die Magenschleimhaut, sondern auch bei vorliegenden Kreislaufstörungen im Sinne lang andauernder Stauungsblut-fülle (Stauungshyperaemie).

Ähnlich liegen die Verhältnisse im Darm. Eine erhebliche Absonderung alkalisch reagierenden Schleimes und entzündlichen Exsudates tritt hier nicht nur bei akuten katarrhalischen Entzündungen auf, sondern auch bei dem als chronische Darmentzündung bezeichneten sogenannten Stauungskatarrh der Schleimhaut, wie er bei Stauungszuständen aller Art, bei Herzfehlern oder Leberzirrhose sich einzustellen pflegt. Fast immer ist nach **Bickel** (5) die gesteigerte Schleimbildung im Magen und Darm der Ausdruck dafür, daß Schädlichkeiten auf die Schleimhaut einwirken, deren sich diese erwehren muß. Die vermehrte Sekretion alkalischen Schleimes scheint neben der Abscheidung entzündlichen Exsudates wohl der entscheidende Faktor für die pH-Wert-Verschiebung zum alkalischen Bereich hin zu sein.

V. Zusammenfassung

Als wesentlichstes Ergebnis meiner Untersuchungen kann die Tatsache angesehen werden, daß entzündliche Vorgänge im Magen-Darmkanal den pH-Wert des Magen-Darminhaltes beeinflussen und in hohem Maße bestimmen. Dies geht beim Vergleich der ermittelten normalen Durchschnittswerte mit den ermittelten pathologischen Durchschnittswerten hervor.

Normale Durchschnittswerte (entnommen der Tabelle I a)

Magen	Duodenum	Jejunum	Ileum
6,07	6,79	6,98	7,15

Pathologische Durchschnittswerte (entnommen der Tabelle I b)

Magen	Duodenum	Jejunum	Ileum
6,74	7,01	7,17	7,24

Die pathologischen Durchschnittswerte zeigen den normalen Durchschnittswerten gegenüber eine leichte Abnahme der Azidität bzw. Zunahme der Alkalität. Besonders im Bereiche des Magens sowie Duodenums ist eine deutliche Verschiebung des pH-Wertes zum alkalischen Bereich hin erkennbar. Zu erklären ist diese deutliche Verschiebung wohl damit, daß in den überwiegenden Fällen der von mir untersuchten Hunde der pathologische Befund im Magen- und Duodenalabschnitt stärker ausgeprägt war als in den übrigen Dünndarmabschnitten.

Weiterhin kann auf Grund der bei den Untersuchungen gewonnenen Erfahrungen gesagt werden, daß zur Festigung der Diagnose „Magen- und Darmentzündung“ — besonders in den Fällen, bei denen makroskopisch und auch mikroskopisch die typischen Symptome nicht klar erkennbar sind, die Messung der Wasserstoffionenkonzentration mit Hilfe der Indikatorenmethode von **Michaelis** als brauchbares Hilfsmittel herangezogen werden kann.

Schlußwort

Am Schluß dieser Arbeit möchte ich in Dankbarkeit meines sehr verehrten, leider inzwischen verstorbenen Lehrers, Professor Dr. Hemmert-Halswick gedenken, der mir das Thema dieser Arbeit überließ und mir jeder Zeit beratend und unterstützend zur Seite stand.

Weiterhin möchte ich nicht versäumen, Herrn Professor Dr. Keller sowie Herrn Dr. v. Sandersleben für die wertvollen Hinweise und Anregungen bei der Durchführung dieser Arbeit herzlich zu danken.

Literaturverzeichnis

1. Aschoff (1923) Pathologische Anatomie, Band II — 726 — spez. Teil; Verlag Gustav Fischer, Jena 1923.
2. Babkin, B. P. (1928) Die äußere Sekretion der Verdauungsdrüsen. 2. Auflage — Verlag von Julius Springer — Berlin 1928.
3. Ball-Gordon, H. (1939) The pH of the digestive tract in the living albino rat as determined by the capillary glass electrode. (Dep. of. Zool., Uni. of California, Los Angeles.) Amer. J. physiol. **128**, 175—176 (1939). Ref.: Ber. ü. ges. Physiol. **118**, 582 (1940)
4. Bauer, Hans (1952) Elektrometrische pH-Messungen des Inhaltes bestimmter Abschnitte des Magen-Darmkanals bei Einhufern und Schweinen mit dem Ionometer von Freye. Diss. Hannover 1952.
5. Bickel, A. (1925) Magen und Magensaft aus Handbuch der Biochemie des Menschen und der Tiere von Oppenheimer. III. Band, 1. Hälfte.
6. Eastmann und Miller, G. (1935) Gastrointestinal pH in rats as determined by the glass electrode. (Dep. of Biol. Chem. Coll. of physic. a. Surg. Columbia Univ., New York). J. of biol. Chem. **110**, 255—262 (1935). Ref.: Ber. ü. ges. Physiol. **89**, 543 (1936).
7. Ender (1953) Wasserstoffionenkonzentrationen, 528—616, Handb. der Physiol. u. Patholog. chem. Analyse von Hoppe-Seyler / Thierfelder. 10. Aufl. I. Band Springer-Verlag — Berlin-Göttingen-Heidelberg 1953.
8. Esselborn, W. (1953) Kolorimetrische Bestimmung der H-Ionenkonzentrationen, 617. Handb. der Physiol. u. Patholog. chem. Analyse von Hoppe-Seyler und Thierfelder. Berlin-Göttingen-Heidelberg 1953.
9. Flaschenträger, Lehnartz, E. (1954) Physiologische Chemie, II. Band, 1. Teil Band A; Springer-Verlag, Berlin-Göttingen-Heidelberg 1954.

10. Herrin, R. C. (1937) Ammonia content, pH and carbon dioxide tension in the intestine of dogs. (Dep. of Physiol., Univ. of Wisconsin, Madison.) J. of biol. Chem. **118**, 459—470 (1937). Ref.: Berichte über d. ges. Physiologie **88**, 776 (1935).
11. Konjetzny (1928) Entzündung des Magens, Handbuch der Patholog. Anatomie Bd. IV., Teil II; Verlag Springer, Berlin 1928.
12. Kordatzky, W. (1949) Taschenbuch der praktischen pH-Messung. 163. 4. Auflage, Verlag Rudolf Müller und Steinicke, München.
13. Krzywanek, F. W. (1929) Die Verdauung des Schweines aus Handbuch der Ernährung und des Stoffwechsels der landw. Nutztiere von E. Mangold. Verlag Springer, Berlin 1929.
14. Leasure, E. E. (1936) The pH of the Contents the digestive canal of the equine. (Cansas Agricult. Exp. Stat., Manhatten). Cornell Veterinarian **29**, 362—366 (1939). Ref.: Ber. ü. d. ges. Physiologie **118**, 237 (1940).
15. Loewy, G. (1935) Recherches expérimentales sur le pH du contenu duodenal, a l'état normal. (Chlie. Chir. Sepétrière, Paris.) C. r. Soc. Biol. Paris **119**, 286—287 (1935).
16. Mangold, E. (1929) Handbuch der Ernährung und des Stoffwechsels der landw. Nutztiere, Band II, Verlag Springer, Berlin 1929.
17. Okada, Seizaburo and Minoru Arai (1922) The hydrogen ion concentration of the intestinal contents, Journal of biol. chem. Band **51**, Nr. 1, 135—139 (1922). Ref.: Ber. ü. d. ges. Physiologie **13**, 318 (1922).
18. Racugno, A. e Pisu, B. (1939) Raporti tra reazione attuale e azioni enzimatiche del succo duodenale rei bambini. Arch. itel. Med. spez. **5**, 573—596 (1939); Ref.: Ber. ü. d. ges. Physiologie **121**, 61 (1940).
19. Scheunert, A. (1925) Verdauung der Wirbeltiere aus Handbuch der Biochemie von Oppenheimer. Band V, 2. Auflage, E. Fischer-Verlag, Jena.
20. Scheunert-Trautmann (1951) Lehrbuch der Vet. Physiologie, 3. Aufl., Verlag Paul Parey, Berlin 1951.

21. Scheunert, A.
Krzywanek, F. W. (1925) Die Dünndarmverdauung, Handbuch Biochem. 5, 156—180 (1925), Band V, 2. Auflage. E. Fischer-Verlag, Jena.
22. Suermann, H. (1937) Untersuchungen über die pH-Zahl und die Bakterienflora des Darminhaltes in den einzelnen Darmabschnitten in gesundem Zustand geschlachteter und notgeschlachteter Kälber und Kühe. Diss. Hannover 1937.
23. Sun, T. P.
Blumenthal, R.
Slifer, E. H.
Heber, E. C.
Wang, C. C. (1932) The hydrogenion concentration of the alimentary tract of normal albino rats. Physiol., Zool. 5, 191—197 (1932). Ref. Ber. ü. d. ges. Physiologie 68, 125 (1932).
24. Totire-
Ippoliti, P. (1938) Ricerche sulla reatione attuale nel contenue degli stomati e dell' intestino di „Bos Taurus“. Nuova vet. 16, 309—313 u. 342—344 (1938). Ref.: Ber. ü. d. ges. Physiologie 114, 593 (1939).

Lebenslauf

Am 17. Juni 1926 wurde ich, Friedrich Gaus, als zweiter Sohn des prakt. Arztes August Gaus und seiner Ehefrau Anna, geb. Krüger, in Magdeburg geboren.

Ostern 1932 wurde ich eingeschult. Nach vier Grundschuljahren in Klötze besuchte ich bis September 1943 die Oberschule in Gardelegen. Als Marinehelfer wurde ich nach Emden einberufen und erhielt den Reifevermerk. Nach Ableisten der Arbeitsdienstpflicht erfolgte im Mai 1944 die Einberufung zum Heeresdienst. Vom Februar 1945 bis 1. Juli 1946 war ich in amerikanischer Gefangenschaft. Nach der Entlassung setzte ich meine Schulausbildung an der Oberschule in Gardelegen wieder fort und legte dort 1947 die Reifeprüfung ab.

Nach Betätigung in der tierärztlichen Praxis meines Onkels sowie nach zweijähriger landwirtschaftlicher Lehrzeit begann ich im Mai 1950 an der Universität Göttingen das Landwirtschaftsstudium. Im Oktober 1951 nahm ich, unter Anrechnung eines Semesters, das Studium der Veterinärmedizin an der Justus-Liebig-Hochschule in Gießen auf. Im März 1953 legte ich die Tierärztliche Vorprüfung ab, und im Februar 1956 beendete ich die Tierärztliche Prüfung. Nach Erhalt der Approbation am 1. Oktober 1956 habe ich mich in Klötze als praktischer Tierarzt niedergelassen.

Lebenslauf

geb. am 1. März 1885 in Berlin, Deutschland
Studium der Rechtswissenschaften an der Universität Berlin
1907-1910
1910-1912
1912-1914
1914-1916
1916-1918
1918-1920
1920-1922
1922-1924
1924-1926
1926-1928
1928-1930
1930-1932
1932-1934
1934-1936
1936-1938
1938-1940
1940-1942
1942-1944
1944-1946
1946-1948
1948-1950
1950-1952
1952-1954
1954-1956
1956-1958
1958-1960
1960-1962
1962-1964
1964-1966
1966-1968
1968-1970
1970-1972
1972-1974
1974-1976
1976-1978
1978-1980
1980-1982
1982-1984
1984-1986
1986-1988
1988-1990
1990-1992
1992-1994
1994-1996
1996-1998
1998-2000
2000-2002
2002-2004
2004-2006
2006-2008
2008-2010
2010-2012
2012-2014
2014-2016
2016-2018
2018-2020
2020-2022
2022-2024
2024-2026
2026-2028
2028-2030

